

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-115569

(43)Date of publication of application : 02.05.1995

(51)Int.Cl.

H04N 5/21

H04N 7/24

(21)Application number : 06-225750

(71)Applicant : SONY CORP

(22)Date of filing : 26.08.1994

(72)Inventor : KONDO TETSUJIRO
HORISHI MASARU
FUJIMORI YASUHIRO
NISHIKATA TAKEHARU

(30)Priority

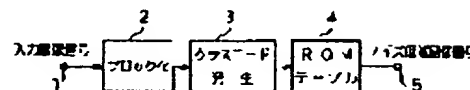
Priority number : 05213209 Priority date : 27.08.1993 Priority country : JP

(54) METHOD AND DEVICE FOR NOISE REDUCTION

(57)Abstract:

PURPOSE: To reduce a noise in an excellent way regardless of a shape of an image, its content of the system with less deterioration in the image.

CONSTITUTION: The device is provided with a block processing circuit 2 dividing an input image signal fed via an input terminal 1 into plural blocks, a class code generating circuit 3 being a class classifying means classifying data to be clocked into plural classes and providing an output of a class code corresponding to the classification, and a ROM table 4 being a noise reduction picture signal output means providing an output of an image signal whose noise is reduced corresponding to the input image in response to the class code.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 24.08.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or

application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3486975

[Date of registration] 31.10.2003

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平7-115569

(43)公開日 平成7年(1995)5月2日

(51)Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 4 N 5/21 7/24	B		H 0 4 N 7/ 13	Z

審査請求 未請求 請求項の数15 F D (全 14 頁)

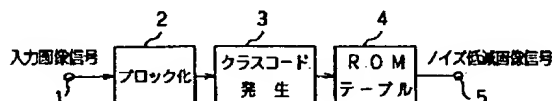
(21)出願番号	特願平6-225750	(71)出願人	000002185 ソニー株式会社 東京都品川区北品川6丁目7番35号
(22)出願日	平成6年(1994)8月26日	(72)発明者	近藤 哲二郎 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ ー株式会社内
(31)優先権主張番号	特願平5-213209	(72)発明者	堀土 賢 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ ー株式会社内
(32)優先日	平5(1993)8月27日	(72)発明者	藤森 泰弘 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ ー株式会社内
(33)優先権主張国	日本 (J P)	(74)代理人	弁理士 小池 晃 (外2名) 最終頁に続く

(54)【発明の名称】 ノイズ低減装置及び方法

(57)【要約】

【構成】 入力端子1を介して供給される入力画像信号を複数のブロックに分割するブロック化回路2と、このブロック化されたデータを複数のクラスに分類してその分類に対応するクラスコードを出力するクラス分類手段であるクラスコード発生回路3と、上記クラスコードに応じて入力画像に対応するノイズの低減された画像信号を出力するノイズ低減画像信号出力手段であるROMテーブル4とを有する。

【効果】 画像の劣化が少なく、また、画像の形状、内容やシステムにかかわらず良好にノイズを低減することができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 入力画像信号に比べてノイズが低減された画像信号を出力するノイズ低減装置において、
入力画像信号を複数のブロックに分割するブロック化手段と、
ブロック化されたデータを複数のクラスに分類してその分類に対応するクラスコードを出力するクラス分類手段と、
上記クラスコードに応じて入力画像信号に対応するノイズ低減された画像信号を出力するノイズ低減画像信号出力手段とを有してなることを特徴とするノイズ低減装置。

【請求項2】 上記ノイズ低減画像信号出力手段は、ノイズを含む画像をブロック化してクラス分類したデータと低ノイズの画像信号をブロック化したデータとで予め学習した結果を、上記クラスコードに対応させて記憶する記憶手段を有することを特徴とする請求項1記載のノイズ低減装置。

【請求項3】 上記記憶手段は、上記クラスコードに対応するそれぞれのアドレスに低ノイズ画像データを記憶し、この記憶手段は、上記ノイズ低減画像信号を生成するために、上記クラス分類手段により発生されたクラスコードに応じて選択された低ノイズ画像データが読み出すようになされることを特徴とする請求項2記載のノイズ低減装置。

【請求項4】 上記各クラスコードは上記低ノイズ画像データとしての画素を識別し、上記記憶手段は、それぞれのクラスコードにより識別された複数の画素を記憶し、上記クラス分類手段により発生されたクラスコードに応じて上記低ノイズ画像データとしての複数の画素の内の選択された1つを読み出すようになされることを特徴とする請求項3記載のノイズ低減装置。

【請求項5】 上記各クラスコードは上記低ノイズ画像データとしての低ノイズブロック信号を識別し、上記記憶手段は、それぞれのクラスコードにより識別された複数の低ノイズブロックデータを記憶し、上記クラス分類手段により発生されたクラスコードに応じて上記低ノイズ画像データとしての複数の低ノイズブロックデータの内の選択された1つのブロックを読み出すようになされることを特徴とする請求項3記載のノイズ低減装置。

【請求項6】 上記各選択された低ノイズブロックデータを画像信号ラインの順序に配列されたノイズ低減画像信号に変換する変換手段を有することを特徴とする請求項5記載のノイズ低減装置。

【請求項7】 上記クラス分類手段は、高次多項式をモデル式として用いて入力画像に最も近い形状を表す式の係数群を求め、この係数群に応じてクラス分類を行うことを特徴とする請求項1又は2記載のノイズ低減装置。

【請求項8】 上記クラス分類手段は、入力画像信号のノイズ低減フィルタ出力に対してクラス分類処理を施す

ことを特徴とする請求項1又は2記載のノイズ低減装置。

【請求項9】 上記ブロック化手段からのブロック化された画像信号をフィルタリングするフィルタ手段と、
上記ブロック化手段からのブロック化された画像信号と上記フィルタ手段からの出力信号との差分を出力する差分出力手段とを有し、
上記クラス分類手段は、上記差分出力手段からの差分に対してクラス分類処理を施してクラスコードを発生し、
上記ノイズ低減画像信号出力手段は、上記クラスコードに応じて上記差分出力手段からの差分に対応するノイズ低減された画像を出力することを特徴とする請求項1又は2記載のノイズ低減装置。

【請求項10】 上記ノイズ低減画像信号出力手段からの出力信号と、上記フィルタ手段からの出力信号とを加算する加算手段を設けたことを特徴とする請求項9記載のノイズ低減装置。

【請求項11】 入力画像信号を複数のブロックに分割するブロック化工程と、

ブロック化されたデータを複数のクラスに分類してその分類に対応するクラスコードを出力するクラス分類工程と、

上記クラスコードに応じて入力画像信号に対応する低ノイズの画像信号を出力する低ノイズ画像信号出力工程とを有してなることを特徴とするノイズ低減方法。

【請求項12】 上記低ノイズ画像信号出力工程では、ノイズを含む画像信号をブロック化してクラス分類したデータと低ノイズの画像信号をブロック化したデータとで予め学習して得た複数の学習値から、上記クラスコードに対応した学習値を取り出すことを特徴とする請求項11記載のノイズ低減方法。

【請求項13】 上記クラス分類工程は、高次多項式をモデル式として用いて入力画像信号に最も近い形状を表す式の係数群を求め、この係数群に応じてクラス分類を行うことを特徴とする請求項11又は12記載のノイズ低減方法。

【請求項14】 上記クラス分類工程は、入力画像信号のノイズ低減フィルタ出力に対してクラス分類を行うことを特徴とする請求項11又は12記載のノイズ低減方法。

【請求項15】 上記クラス分類工程は、入力画像信号とそのノイズ低減フィルタ出力との差分に対してクラス分類を行うことを特徴とする請求項11又は12記載のノイズ低減方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、ノイズの混在した画像信号のノイズを低減するノイズ低減装置及びノイズ低減方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】種々のフィルタ処理技術、例えば3次元処理技術を用いてノイズの混在した画像信号のノイズを低減するような従来のノイズ低減装置の一例を図15に示している。この図15に示す装置において、例えばデジタル画像信号等の入力信号が端子211に供給される。この入力信号は、画素を単位とする入力画像が静止画部であるときに使用される静止画部用ノイズ低減フィルタ212と、入力画像が動画部であるときに使用される動画部用ノイズ低減フィルタ213とに供給される。これらフィルタ212、213では、それぞれ入力画像の内容に応じたノイズ低減処理が施され、これらノイズ低減処理されたそれぞれのフィルタ出力がスイッチング回路220に送られる。

【0003】端子211からの入力画像信号は、さらに動き検出回路230にも送られ、ここで入力画像信号の画素単位で動きが検出される。この動き検出回路230は動き検出信号を出力し、この動き検出信号が上記スイッチング回路220に送られることにより、上記フィルタ212又はフィルタ213からの出力が選択されて図15の出力端子221に供給されるように制御している。すなわち、動き検出回路230が入力画像信号は静止画であると判別するとき、静止画部用ノイズ低減フィルタ212からの出力が出力端子221に供給され、また動き検出回路230が入力画像信号は動画であると判別するとき、動画部用ノイズ低減フィルタ213からの出力が出力端子221に供給される。

【0004】従って、図15の装置は、適応適に入力画像信号の動きに応答してノイズ成分を低減する。上記静止画部用ノイズ低減フィルタ212は、時間方向に平滑化するような平均値フィルタである。このフィルタ212は、フレームメモリ215、係数乗算器216、217、及び加算器218を有している。フレームメモリ215は上記入力画像信号の前フレームのデータを係数乗算器216に出力し、ここで係数 k ($0 < k < 1$)と乗算される。上記入力画像信号の原フレームのデータは係数乗算器217にて係数 $(1 - k)$ と乗算される。各係数乗算器216、217からの出力は加算器218に供給されて加算処理され、その加算結果がフィルタ212の出力となると共に、フレームメモリ215に供給されて記憶される。

【0005】上記動画部用ノイズ低減フィルタ213は、空間内フィルタの一種であるいわゆるメディアンフィルタなどの中間値フィルタが使用される。なお、中間値フィルタは、ある注目画素を含む前後2つの画素からその中間のレベルを持つ画素のレベルをその注目画素のレベルとするものである。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】上述のように、従来の画像のノイズ低減装置には、時間方向に平滑化を行う方法や、空間でメディアン等のフィルタを用いる方法など

が適用されている。しかし、上記時間方向に平滑化する方法や空間でメディアン等のフィルタを用いるいずれの方法も、画像にフィルタを施すことによってその画像を変形させているため、例えば画像のエッジ部等での画像が劣化するという欠点がある。

【0007】このため、例えば画像のエッジを判断して当該エッジ部を保存するようなフィルタリングの方法も提案されているが、これも最適なものになっていない。また、ノイズ発生特性は、画像処理を行うシステムに依存することが多く、そのノイズの種類も異なってくる。従って、画像の形状やシステムに合致したノイズ低減を行うことが困難となっている。

【0008】そこで、本発明は、上述したような実情に鑑み、画像の劣化が少なく、また、画像の形状、内容やシステムにかかわらず、良好にノイズを除去することができるノイズ低減装置及び方法を提供することを目的としている。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明は、上述の目的を達成するために提案されたものであり、本発明のノイズ低減装置は、入力画像を複数のブロックに分割するブロック化手段と、ブロック化されたデータを複数のクラスに分類してその分類に対応するクラスコードを出力するクラス分類手段と、上記クラスコードに応じて入力画像に対応する低ノイズの画像を出力するノイズ低減画像信号出力手段とを有してなるものである。

【0010】ここで、上記ノイズ低減画像信号出力手段には、ノイズを含む画像をブロック化してクラス分類したデータと低ノイズの画像をブロック化したデータとで予め学習した結果を、上記クラスコードに対応させたテーブルとして記憶している。また、上記クラス分類手段は、高次多項式をモデル式として用いて入力画像に最も近い形状を表す式の係数群を求め、この係数群に応じてクラス分類を行う。さらに、上記クラス分類手段は、入力画像のノイズ低減フィルタ出力に対してクラス分類処理を施す。或いは、上記クラス分類手段は、入力画像とそのノイズ低減フィルタ出力との差分に対してクラス分類処理を施す。

【0011】また、本発明のノイズ低減方法は、入力画像を複数のブロックに分割するブロック化工程と、ブロック化されたデータを複数のクラスに分類してその分類に対応するクラスコードを出力するクラス分類工程と、上記クラスコードに応じて入力画像に対応する低ノイズの画像を出力する低ノイズ画像信号出力工程とからなるものである。

【0012】上記低ノイズ画像信号出力工程では、ノイズを含む画像をブロック化してクラス分類したデータと低ノイズの画像をブロック化したデータとで予め学習して得た複数の学習値から、上記クラスコードに対応した学習値を取り出すようにしている。また、上記クラス分

類工程は、高次多項式をモデル式として用いて入力画像に最も近い形状を表す式の係数群を求め、この係数群に応じてクラス分類を行う。さらに、上記クラス分類工程は、入力画像のノイズ低減フィルタ出力に対してクラス分類を行う。或いは上記クラス分類工程は、入力画像とそのノイズ低減フィルタ出力との差分に対してクラス分類処理を施す。

【0013】

【作用】本発明によれば、ノイズを含む画像をブロック化してクラス分類したデータと低ノイズの画像をブロック化したデータとで予め学習して得た結果（画像形状の特徴を反映させたテーブル）を保存している。すなわち、学習によるテーブルは、入力画像と低ノイズ画像信号の実画像の間で学習されているため、システムの特性やノイズの特性が反映される。したがって、このテーブルから、入力画像のクラス分類によるクラスコードに対応した学習値を取り出す（ノイズを含む画像の代わりにノイズのない画像をあてはめる（マッピングする））ようにすることで、システムに合致したノイズ低減が行えるようになる。また、画像形状を用いて学習するため、フィルタリング等で起きていた画像形状の劣化がないノイズ低減を行うことができることになる。さらに、一度テーブルを作成すれば、ノイズの除去はテーブルを読み出す処理のみであるため、処理が簡単となる。

【0014】

【実施例】以下、本発明の実施例について図面を参照しながら説明する。図1には、本発明の第1の実施例として、ノイズ低減された画像信号を該ノイズ低減画像信号よりも高いノイズレベルの入力画像信号から生成するためのノイズ低減装置のブロック図を示している。

【0015】この図1に示す第1の実施例のノイズ低減装置は、入力端子1を介して供給される入力画像信号を複数のブロックに分割するブロック化回路2と、このブロック化されたデータを複数のクラスに分類してその分類に対応するクラスコードを出力するクラス分類手段であるクラスコード発生回路3と、上記クラスコードに応じて入力画像信号に対応する低ノイズの画像信号を出力するノイズ低減画像出力手段であるROMテーブル4とを有するものである。

【0016】ブロック化回路2でのブロック化の具体例を図2を参照しながら説明する。図2のAに示されるように、入力画像信号は画素22が行及び列方向に配列された2次元配列の形態で示され、これらの画素により2次元画像が形成される。図2のAの例において、上記ブロック化回路2は、画素22aを中心とする左上隅の3×3画素のブロック24の形態で最初のブロックを生成する。またブロック化回路24は、図2のCに示すような画素22bを中心とする次のブロック信号26を生成する。本質的に、ブロック化回路2は、入力画像信号を所定のサイズのブロック信号に分割する。このブロック

は、画像の縁に沿った画素を除いた入力画像信号中のそれぞれの画素を中心としている。ここで、図2のA及びBの各ブロックは、3行3列の画素として配列されているが、他の配列を代わりに用いてもよい。例えば、本発明のある典型的な実施例では、入力画像信号は8×8画素のブロックに分割され、また他の例ではブロックは異なる大きさを有するようにすればよい。

【0017】ブロック化された信号であるブロック信号は、ブロック化回路2によりクラスコード発生回路3に供給され、クラスコード発生回路3は供給された各ブロック信号に応じてクラスコードを発生する。各クラスコードは、それぞれ、コードが発生された対応する各ブロック信号の中心画素（22a、22b等）に応じた低ノイズ画素データを順に識別する。低ノイズ画素データは、後述するトレーニング工程に従って低ノイズ画像信号より得られる。

【0018】上記ROMテーブル4には、低ノイズ画素データが各クラスコードに関連する値のテーブルとして記憶されている。クラスコードは、例えばROM4から対応する低ノイズ画素データを出力するための読み出しアドレスとして用いられる。あるいは、読み出しアドレスはクラスコードに基づいて生成される。従って、上記ブロック化回路2により生成された上記クラスコード発生回路3に供給された各ブロック信号について、それぞれの低ノイズ画素データがROM4から出力端子5に出力され、結果としてノイズの低減された画像信号が生成される。上記ブロック信号は、入力画像信号の画像の縁を除く各画素毎に生成される。上記縁の画素については、画像信号が表示されるときには通常現れないため、処理する必要がない。

【0019】ROMテーブル4には、ノイズを含む画像信号をブロック化してクラス分類したデータと低ノイズの画像信号をブロック化したデータとで予め学習を行って得た結果（学習値）を記憶している。また、上記クラスコード発生回路3は、後述するような高次多項式をモデル式として用いて、入力画像に最も近い形状を表す式の係数群を求め、この係数群に応じてクラス分類を行う。

【0020】ここで、低ノイズ画像の学習とROMテーブルの生成について説明する。先ず、図1に示す実施例のため学習方法の一例について、上記図2のA～D、及び図3のフローチャートを参照しながら説明する。学習は、比較的ノイズのある入力画像信号を用いる（図3のステップS1）と共に、低ノイズ画像信号を用いる（ステップS2）ことにより実行される。

【0021】ここで、ノイズのない画像を学習しようとするれば、先ず、そのノイズのない画像を生成する必要がある。図4には、ノイズのない静止画、あるいは低ノイズ画像信号を生成するためのnフレーム分の静止画を表している。すなわち、本実施例では、上記低ノイズの静

止画の画像信号を、図4に示すように n フレーム分の静止画を時間方向 t に平均化することで得るようにしている。

【0022】ステップS3では上記入力画像信号をブロック化する。このブロック化ステップは種々の方法により実現できる。例えば、ブロック信号として関連する特定ブロックの画素を単に抽出するような方法である。ステップS4ではステップS3でのブロック化に対応する位置で上記低ノイズ画像信号中の画素を分離する。ここで、図2のA、Bを参照すると、入力画像信号のブロック24に関連して、対応する低ノイズ画像信号のブロック25aの中心画素25が分離される。また図2のC、Dを参照すると、入力画像信号のブロック26に関連して、対応する低ノイズ画像信号のブロック27aの中心画素27が分離される。この工程は全てのブロック及び画素について繰り返される。

【0023】上記ステップS3においてブロックに分割された入力画像信号が、次のステップS5に送られ、このステップS5では、入力画像のブロックデータをクラスに分類するクラスタリングを行う。なお、クラス分類あるいはクラスタリングとは、ブロック化した画像データを用いたパターン分類のことである。このステップS5では、後述するような適応ダイナミックレンジ符号化(ADRC)を用いてクラス分類を行うことができる。このADRCを行う場合、上記画素データは上述したようなブロックに分割され、各ブロックに対して最大画素レベルと最小画素レベルとに基づくダイナミックレンジが定義され、各画素を符号化するために上記ダイナミックレンジに基づく各ブロックの量子化ビット数が選択される。ブロックの各画素のレベルから上記最小画素レベルが減算され、残りが上記選択された量子化ビット数により符号化される。

【0024】ステップS5とステップS4の処理後に進むステップS6では、上記入力画像と低ノイズ画像信号のブロック間でトレーニング(学習)を行う。このステップS6での学習工程においては、ステップS4で得られたノイズ低減された画像信号の各画素25、27と、入力画像信号の対応するブロック信号のクラスコードとが対応付けられる。具体的には、同じクラスコードに対応する低ノイズ画像信号の画素が平均化されることによって、当該クラスコードに対応する最適値あるいは代表値としてのノイズ低減画素データが求められる。

【0025】ステップS7では、あらゆるクラス学習が十分に行われる程度に、画像を構成する全てのブロックに対して学習が繰り返し行われたか否かの判断を行う。このステップS7でノーと判断された場合、入力画像に対してはステップS3へ、また低ノイズ画像信号に対してはステップS4に戻る。ステップS7でイエスと判断されると、ステップS8に進む。

【0026】ステップS8では、クラス毎に学習された

最適値でマッピングテーブルを生成する。これがROMテーブルとなる。なお、上記入力画像のブロックと対応する低ノイズ画像信号のブロックをどのように学習するかでいくつかのパターンがある。例えば、入力画像のブロックと低ノイズ画像信号のブロックで学習を行って出力する場合や、画素で学習を行って出力する場合がある。さらに学習するデータとして入力画像そのものを学習する場合や、フィルタとの差分量を学習する場合等もある。

【0027】また、本実施例でのクラスには、実データを用いることもできるが、実現性を考えたメモリ容量を考慮に入れると、クラス分類にデータ圧縮結果等を用いることが考えられる。データ圧縮には、例えば、後述する画像信号のダイナミックレンジに応じた適応ダイナミックレンジ符号化(ADRC)や、差分子量化(DPCM)、ベクトル量子化(VQ)等が考えられる。

【0028】なお、上記ADRCとは、デジタル画像信号をブロック化し、このブロック内に含まれる複数の画素データの最大値及び最小値により規定されるダイナミックレンジを求め、このブロック単位で求めた上記ダイナミックレンジに適応した割り当てビット数で当該ブロック内の各画素データを符号化するものである。より具体的に言うと、上記ADRCは、1フレーム(又はフィールド)内の所定のブロック内に含まれる複数の画素の最大値及び最小値により規定されるダイナミックレンジ(ブロック内最大レベルと最小レベルの差)を求め、このダイナミックレンジに適応した可変の量子化ビット数を上記ブロック毎に決定し、この量子化ビット数で最小値除去後の入力データを符号化(再量子化、すなわち圧縮された量子化ビット数によりダイナミックレンジを均等に分割し、ブロック内の各画素を最も近いレベルのコードに符号化する)して符号化コードを得ると共に、ダイナミックレンジの情報と上記最大値、最小値の内の何れかを付加コードとし、これら符号化コードと付加コードとを得るようなものである。

【0029】さらに、クラスタリングの実現方法には、以下のような方法を用いる。ここで、クラス分割でもっとも簡便な方法としては、例えばブロック内の学習データのビット系列をそのままクラス番号とする手法がある。ただし、この手法では膨大な容量のROMが必要となる。このため、本実施例では、信号パターンによるクラス分割に上記ADRCを使用して、信号パターンの性質を保存した効果的なクラス数の削減を行う。

【0030】ここで、例えば、学習信号画素 a 、 b 、 c に基づく原信号画素 A への予測を例にとり、学習信号画素 a 、 b 、 c のレベルをそれぞれ x_1 、 x_2 、 x_3 とする。また、 x_1 、 x_2 、 x_3 のデータに対して p ビットADRCを行った結果の再量子化データをそれぞれ q_1 、 q_2 、 q_3 とし、そのダイナミックレンジを DR 、最小値を \min とする。

【0031】このとき、このブロックのクラス番号(クラスコード) *class* は、式(1)で定義される。

$$class = \sum_{i=1}^3 q_i (2^p)^{i-1} \quad (1)$$

なお、本来ADRCはVTR(ビデオテープレコーダ)向けの高能率符号化用に開発された適応的再量子化法であり、信号レベルの局所的なパターンを短い語長で効率的に表現できるので、本実施例ではこれを信号パターンのクラス分類のコード発生に使用している。

【0033】図1に戻って、上述のようにして学習して得たROMテーブルからデータを読みだしてノイズを除去する第1の実施例のノイズ低減装置の構成例について説明する。図1のノイズ低減装置は、入力画像に対してノイズを除去した画素を出力する場合の構成を示している。この図1において、入力端子1に入力されたデジタル画像信号は、ブロック化回路2に送られる。当該ブロック化回路2では、供給されたデジタル画像信号を複数の画素データからなる複数のブロックに分割する。

【0034】上記ブロック化回路2からのブロックデータは、クラスコード発生回路3に送られる。当該クラスコード発生回路3では、供給されたブロックの2次元的なレベル分布のパターンを参照してクラスを求め、そのクラスコードを発生する。このクラスコードは、アドレスデータとしてROMテーブル4に送られる。当該ROMテーブル4には、上述したようにした学習値(すなわち低ノイズの画素データ)が格納されており、上記クラスコード(アドレス)に対応してその学習値が出力される。当該ROMテーブル4から読みだされた学習値すなわち低ノイズの画素データが出力端子5から出力される。

【0035】次に、本発明の第2の実施例として、図5には、ROMテーブル9にブロック単位の学習値を保存している場合の構成を示す。この図5において、入力端子6からクラスコード発生回路8までは、図1の入力端子1からクラスコード発生回路3までと同様の構成である。ここで、図1のROMテーブル4がブロック単位でないデータを出力するのに対し、図5のROMテーブル9はブロック単位のデータを出力する。

【0036】当該ROMテーブル9から出力される低ノイズのブロック単位のデータは、ブロック分解回路10に送られる。すなわち、ROMテーブル9の出力は、ブロック単位であるため、ブロック分解回路10によってブロック分解を行い、その分解されたデータが出力端子11から低ノイズ画像信号の出力データとなる。この第2の実施例では、ROMテーブル9とブロック分解回路10とで低ノイズ画像信号出力手段が構成されている。

【0037】ここで、ROMテーブル9に記憶されるテーブルを生成するための学習は、上記図1のROM4について図3と共に説明したのと同様な方法で行われる。

* 【0032】
【数1】

ただし、ROM9には各クラスコードに対応してブロック単位の全データが記憶されている点が、ROM4と異なっている。この図5の装置の学習方法について、図6を参照しながら説明する。

【0038】図6のAは、ノイズを含む入力画像信号の2次元画素配列を示しており、また図6のBは、図6のAの入力画像信号と同じ部分を表しかつ低いノイズレベルを有する低ノイズ画像信号の2次元画素配列を示している。図6のAに示すように、上記2次元画素配列は所定サイズのブロック信号32に分割されている。図6では一例として3×3画素のブロック信号が示されているが、8×8画素のブロック信号や、その他のサイズ及び形状のブロック信号を用いることもできる。図6のBの低ノイズ画像信号は、図6のAの入力画像信号のそれぞれのブロック信号32に対応する各ブロック信号38に分割された複数の画素36を有している。従って、図5のシステムについて学習を行わせるために、入力画像信号の各ブロック信号32がクラスコードを発生するために用いられ、低ノイズ画像信号の対応するブロック信号38が対応するブロック32のクラスコードに関連して記憶される。上記図3の学習手順の場合と同様に、同じクラスコードを有するブロック信号38は平均化されることによって、当該クラスコードに対応する最適値あるいは代表値としてのノイズ低減ブロック信号が求められる。こうして求められた最適値としてのブロック信号は、対応するクラスコードをアドレスとしてROM9に記憶される。

【0039】次に、図7には、本発明の第3の実施例として、通常用いられるノイズ除去用あるいはノイズ低減用のフィルタの出力と図1、図5同様のブロック化回路13の出力との差分について、先に学習を行っておいた場合についての例を示す。すなわち、この図7に示す第3の実施例のノイズ低減装置のクラスコード発生回路16では、ブロック化回路13を介してブロック化された入力画像と、そのブロック画像をノイズ低減フィルタ14を介してフィルタリングした出力との差分に対してクラス分類処理を施すようにしている。

【0040】この図7において、入力端子12には図1、図5の入力端子1、6と同様にデジタル画像信号が供給され、同じく図1、図5と同様のブロック化回路13でブロック化がなされる。当該ブロック化回路13の出力は、通常用いられているのと同じノイズ低減用のフィルタ14に送られる。当該フィルタ14でフィルタリングがなされた出力は、加算器15に減算信号として送られる。このとき当該加算器15には上記ブロック化

回路13からの出力が加算信号としても供給され、したがって、当該加算器15ではフィルタリングされたブロックデータとフィルタリングされていないブロックデータとの差分が求められることになる。

【0041】この加算器15の出力は、クラスコード発生回路16に送られる。当該クラスコード発生回路16でも上記加算器15の出力ブロックの2次元的なレベル分布のパターンを参照してクラスを求め、そのクラスコードを発生する。このクラスコードは、アドレスデータとしてROMテーブル17に送られる。当該ROMテーブル17には、低ノイズの画素データと当該低ノイズの画素データをフィルタリングしたデータとの差分のデータで学習を行った学習値が格納されており、したがって、上記クラスコード（アドレス）に対応して学習値が出力されるようになる。

【0042】このROMテーブル17から出力された学習値は、上記フィルタ14の出力が加算信号として供給されている加算器18に、同じく加算信号として送られる。これにより、当該加算器18からは、低ノイズの画素データが出力され、これが出力端子19から出力される。したがって、この第3の実施例装置では、上記ROMテーブル17と、フィルタ出力が供給される加算器18とで低ノイズ画像信号出力手段が構成されている。

【0043】ここで、図7の装置を学習させる方法について、図8のフローチャートを参照しながら説明する。この図8に示す学習手順において、ステップS10では入力画像信号に対するブロック化が、ステップS11では上述したような低ノイズ画像信号に対するブロック化がそれぞれ行われる。これらのブロック化のステップは、上記図3に示したステップS3と同様である。

【0044】ステップS10の次のステップS12及びステップS11の次のステップS13においては、上記入力画像信号及び上記低ノイズ画像信号に対して、上記図7のノイズ除去フィルタあるいはノイズ低減フィルタ14で行われるのと同様なフィルタリングがそれぞれ施される。これらのステップS12、S13でフィルタリングされてノイズが低減された画像信号は、ステップS14、S15においてそれぞれフィルタ処理前の画像信号から減算される。ステップS14の次のステップS16においては、ステップS14で生成された差分画像信号に対して上記図3のステップS5と同様に、画像信号のブロックデータをクラスに分類するクラスタリングを行う。ステップS16とステップS15の処理後に進むステップS20では、ステップS16で発生されたクラスコードと上記低ノイズ画像信号のブロック信号から得られた差分画像データとの対応付けがなされて、学習が行われる。

【0045】次のステップS22では、あらゆるクラス学習が十分に行われる程度に、画像を構成する全てのブロックに対して学習が繰り返し行われたか否かの判断を

行う。このステップS22でノーと判断された場合、入力画像に対してはステップS10へ、また低ノイズ画像に対してはステップS11に戻る。ステップS22でイエスと判断されると、ステップS24に進みクラス毎に学習された最適値でマッピングテーブルを生成する。これが図7のROMテーブル17となる。

【0046】なお、図7に示す第3の実施例のノイズ低減装置では、前記差分に対してクラス分類を施すようにしているが、例えば入力画像のノイズ低減フィルタ14の出力に対してクラス分類を行うことも可能である。次に、図9を参照しながら、本発明の第4の実施例について説明する。この図9に示す第4の実施例においては、端子30に供給される入力画像信号に対してブロック化回路32でブロック化した後、一般のノイズ低減あるいはノイズ除去フィルタ34に送ってノイズレベルを低減あるいは抑圧するフィルタリングを行っている。フィルタ34によりフィルタリングされて得られた各ブロック信号は、クラスコード発生回路38に供給され、各ブロック信号を識別するためのクラスコードが発生される。このクラスコードは、アドレスデータとしてROMテーブル40に送られ、対応する低ノイズ画素データが読み出されて、出力端子42より取り出される。

【0047】この図9の第4実施例の場合の学習手順について、図10を参照しながら説明する。この図10のステップS30では入力画像信号に対するブロック化が行われ、ステップS32では上述したような低ノイズ画像信号に対するブロック化が行われる。これらのブロック化のステップは、上記図3に示したステップS3と同様である。

【0048】ステップS30の次のステップS34においては、上記入力画像信号及び上記低ノイズ画像信号に対して、上記図9のノイズ低減フィルタあるいはノイズ除去フィルタ34で行われるのと同様なフィルタリングが施される。これらのステップS34でフィルタリングされてノイズが低減された画像信号は、次のステップS36において、ステップS34で得られたフィルタリング後の低ノイズ画像信号に対して上記図3のステップS5と同様に、画像信号のブロックデータをクラスに分類するクラスタリングを行う。ステップS36とステップS32の処理後に進むステップS40では、ステップS36で発生されたクラスコードと上記ステップS32で生成された低ノイズ画像信号の対応するブロック信号とのマッチングあるいは対応付けがなされ、学習データセットが生成される。すなわち、ROMに画素データを記憶する場合にはクラスコードと低ノイズ画像信号の対応ブロック信号の画素との対応付けがなされ、ROMにブロック信号を記憶する場合にはクラスコードと低ノイズ画像信号の対応ブロック信号との対応付けがなされる。同じクラスコードの画素やブロックは、ステップS40にて平均化されることによって、当該クラスコードに対

応する最適値あるいは代表値としてのノイズ低減された画素やブロックのデータが求められる。

【0049】次のステップS42では、あらゆるクラス学習が十分に行われる程度に、画像を構成する全てのブロックに対して学習が繰り返し行われたか否かの判断を行う。このステップS42でノーと判断された場合、入力画像に対してはステップS30へ、また低ノイズ画像に対してはステップS32に戻る。ステップS42でイエスと判断されると、ステップS44に進みクラス毎に学習された最適値でマッピングテーブルを生成する。これが図9のROMテーブル40となる。

【0050】次に、図11は、本発明の第5の実施例として、ノイズ低減された画像信号がROM56から読み出された係数データの組を用いて生成されるようなノイズ低減装置を示している。この図11に示すノイズ低減装置において、入力端子50に供給されたノイズを有する入力画像信号は、ブロック化回路52でブロック化がなされ、クラスコード発生回路54及びノイズ低減画像データ生成回路58にそれぞれ送られる。クラスコード発生回路54では、ブロック化回路52からの各ブロッ
20 ク信号に応じて、対応するクラスコードを発生し、このクラスコードをアドレスとしてROM56に供給する。このクラスコードは、画像の対応する部分の低ノイズレベル画像データを識別するものである。

【0051】ここで、ROM56には、上述したように係数データが記憶されている。すなわち、ROM56は、複数組の係数セットを、対応するクラスコードに応じた各アドレスに記憶している。係数データの組は複数の乗算係数を有し、各乗算係数は、ノイズ低減画像データ生成回路58において、上記ブロック化回路52から
30 のブロック信号の対応する値に乗算して低ノイズ画像データを得るために用いられる。ノイズ低減画像データ生成回路58からの低ノイズ画像データは、出力端子60にノイズ低減画素の形態で供給される。

【0052】ここで、図11の装置の学習は、上述した図1の装置を学習させるための上記図3に示した方法と同様に行える。ただし、学習は上述した係数データを生成するために行われる点が異なっている。次に、図12は、本発明の第6の実施例として、ブロック化回路66*

$$y_{0s} = w_{1s} \cdot x_{1s1} + w_{2s} \cdot x_{1s2} + \dots + w_{ns} \cdot x_{1sn} \quad (2)$$

のように関係付けられる。ここで、sは任意の上記画素値 y_{0s} を識別するための指標である。

【0057】学習は、クラス毎に複数の信号データに対して行う。ROM56に記憶するための係数データを生成するために、同じクラスコードに対応する低ノイズブロック信号の各対応画素は、入力画像信号の対応するブ※

$$y_k = w_{1k} \cdot x_{1k1} + w_{2k} \cdot x_{1k2} + \dots + w_{nk} \cdot x_{1kn} \quad (3)$$

の関係式により表現される。ここで、nは入力画像信号の各ブロック信号の画素数であり、 y_k は、低ノイズ画像信号の対応するブロック信号kの対応画素値を表し、

*からのブロック信号をクラス生成回路68及びノイズ低減ブロック生成回路72に送り、ノイズ低減ブロック生成回路72からの出力信号をブロック分解回路74に送るようなノイズ低減装置を示している。

【0053】この図12に示すノイズ低減装置において、入力端子64に供給されたノイズを含んだ入力画像信号は、ブロック化回路66でブロック化がなされ、クラスコード発生回路68及びノイズ低減ブロック生成回路72にそれぞれ送られる。クラスコード発生回路68では、ブロック化回路66からの各ブロック信号に応じて、対応するクラスコードを発生し、このクラスコードをアドレスとしてROM70に供給する。このクラスコードは、画像の対応する部分の低ノイズレベル画像データを識別するものである。

【0054】ROM70には、低ノイズ画像データが、ブロック信号に関連する係数データセットの形態で記憶されている。このROM70は、クラスコード発生回路68からの各クラスコードに応じて各係数データセットが読み出され、該係数データセットはノイズ低減ブロック生成回路72に送られる。このノイズ低減ブロック生成回路72には、ブロック化回路66からの対応するブロック信号が供給されており、各ノイズ低減ブロック信号を生成するようになされている。

【0055】ノイズ低減ブロック生成回路72は、各ノイズ低減ブロック信号をブロック分解回路74に供給し、このブロック分解回路74は、入力されたデータを、画素ラインの連続から成るノイズ低減画素信号のフィールド又はフレームを生成するために再配列し、出力端子76に供給する。ここで、図12の装置の学習は、上述した図1の装置を学習させるための上記図3に示した方法と同様に行える。ただし、上記図11の実施例と同様に、上述した係数データを生成するために学習が行われる点が異なっている。

【0056】次に、上記図12に示したような装置を学習させる場合の一例について説明する。ここで、ノイズ低減ブロック生成回路からの各画素は、値 y_{0s} を有するものと仮定する。この画素値 y_{0s} は、係数 $w_{1s} \sim w_{ns}$ と、ブロック化回路66からのブロック信号の画素値 $x_{1s1} \sim x_{1sn}$ との組み合わせにより生成でき、

※ブロック信号の全ての画素値と共に用いられる。係数データを求めるための方法は、次のようにして導出される。

【0058】低ノイズ画像信号の各対応画素は、各係数値 $w_{1s} \sim w_{ns}$ を入力画像信号のブロック信号の対応する画素値に乗算して得られる多項式により表される値に等しいと推定できる。すなわち、

$x_{1s1} \sim x_{1sn}$ は、入力画像信号の対応ブロック信号のそれぞれの画素データの値を示し、 $w_{1s} \sim w_{ns}$ は学習により求めようとする係数である。今、ブロック信号の個数をm

15

16

とするとき、 $m > n$ の場合には $w_1 \sim w_n$ は一意には定 * * まらないので、誤差ベクトル e の要素を

$$e_k = y_k - \{w_1 x_{k1} + w_2 x_{k2} + \dots + w_n x_{kn}\} \quad (k=1, 2, \dots, m) \quad (4)$$

と定義して、式(5)を最小にする係数を求める。いわゆ ※【0059】

る最小自乗法による解法である。 ※【数2】

$$e^2 = \sum_{k=1}^m \{e_k\}^2 \quad (5)$$

ここで、式(5)の w_i による偏微分係数を、式(6)のよ ★【0060】

うに求める。 ★10【数3】

$$\frac{\partial e^2}{\partial w_i} = \sum_{k=1}^m 2 \left(\frac{\partial e_k}{\partial w_i} \right) e_k = \sum_{k=1}^m 2 x_{ki} \cdot e_k \quad (6)$$

上記式(6)を0にするように各 w_i を決めればよい ☆【0061】

ら、式(7)、式(8)のように、 ☆【数4】

$$X_{ji} = \sum_{k=1}^m x_{ki} \cdot x_{kj} \quad (7)$$

【0062】

◆20◆【数5】

$$Y_i = \sum_{k=1}^m x_{ki} \cdot y_k \quad (8)$$

として行列を用いると式(9)のようになり、 *【数6】

【0063】 *

$$\begin{pmatrix} X_{11} & X_{12} & \dots & X_{1n} \\ X_{21} & X_{22} & \dots & X_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ X_{n1} & X_{n2} & \dots & X_{nn} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \dots \\ w_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ \dots \\ Y_n \end{pmatrix} \quad (9)$$

この(9)式は、掃き出し法などの一般的な行列解法を用いて、 w_i について解けば、最適値としての予測係数を求めることができる。本実施例ではROM70のアドレスclassのデータ(ROMテーブル)としてこの予測係数を格納しておく。

【0064】ところで、上記図11の装置の学習方法も同様であるが、相違点として、唯一の係数データ値のセットのみが各クラスコードに応じて求められ記憶される。これは、ブロック化回路52で生成された各ブロック信号に応じて唯一の低ノイズ画素のみがノイズ低減画像データ生成回路58により生成されるからである。次に、図13は、本発明の第7の実施例として、通常用いられるノイズ除去用あるいはノイズ低減用のフィルタの出力とブロック化回路82からの出力との差分に対してクラスコードを発生し、このクラスコードをアドレスとしてROM92を読み出して得られたデータを用いてノイズ低減画像信号を求めるような例を示している。

【0065】すなわち、この図13に示す第7の実施例

のノイズ低減装置のクラスコード発生回路90では、ブロック化回路82を介してブロック化された入力画像と、そのブロック画像をノイズ低減フィルタ84を介してフィルタリングした出力とを減算器86に送ることによって得られた差分に対してクラス分類処理を施すようにしている。

【0066】この図13において、入力端子80に供給された入力画像信号は、ブロック化回路82に送られてブロック化がなされる。このブロック化回路82からの出力は、通常用いられているのと同じノイズ低減用のフィルタ84及び減算器86にそれぞれ送られる。フィルタ84でフィルタリングされた出力は、減算器86に送られて上記ブロック化回路82の出力から減算されることによって、フィルタリングされたブロックデータとフィルタリングされていないブロックデータとの差分が求められる。

【0067】減算器86からの出力は、クラスコード発生回路90に送られる。当該クラスコード発生回路90

17

でも上記減算器86の出力ブロックの2次元的なレベル分布のパターンを参照してクラスを求め、そのクラスコードを発生する。このクラスコードは、アドレスデータとしてROMテーブル92に送られる。当該ROMテーブル92には、低ノイズの画素データと当該低ノイズの画素データをフィルタリングしたデータとの差分のデータで学習を行った学習値が格納されており、したがって、上記クラスコード(アドレス)に対応して学習値が出力されるようになる。

【0068】このROMテーブル92には、複数の係数データセットがそれぞれ対応するクラスコードに応じた各アドレスに記憶されている。各係数データセットはいくつかの乗算係数を有しており、これらの乗算係数は、コードが生成された差分ブロック信号に含まれる対応する値に乘算されて、対応する低ノイズ差分ブロック信号の値を生成するためのものである。

【0069】ROM92から各クラスコードに応じて読み出された係数データセットは、差分データ生成回路94に送られるており、この差分データ生成回路94には、上記減算器86により生成された差分ブロック信号が供給されている。差分データ生成回路94は、ROM92からの係数データセットの各係数と減算器86からの差分ブロック信号の対応する値とを乗算して加算することにより、各低ノイズ画像データの差分データを生成する。差分データ生成回路94により生成された低ノイズサブデータは加算器98に送られ、この加算器98で上記フィルタ84からの出力信号と加算されることにより、ノイズ低減画像信号の画素が生成され、この加算器98からのノイズが低減された画像信号が出力端子100より取り出される。

【0070】図13の装置の学習は、上記図7の装置の場合の図8に示したものと同様な方法で行えるが、学習工程のステップS20の代わりに、差分ブロック信号からのデータを用いた係数データを生成する点が異なっている。次に図14は、本発明の第8の実施例としてのノイズ低減装置を示している。この図14において、入力画像信号が入力端子104に供給され、これがブロック化回路106に送られる。このブロック化回路106では、入力画像信号を複数のブロック信号に分割しており、各ブロック信号は画像信号のノイズを低減するのに適したノイズ除去フィルタ108に供給される。ノイズ除去フィルタ108は、フィルタ処理されたブロック信号を生成し、各信号をクラスコード発生回路112に送っている。

【0071】クラスコード発生回路112は、上記フィルタ処理された各ブロック信号に対応するクラスコードを発生する。各クラスコードは、対応するフィルタ処理されたブロック信号が形成されたブロック信号よりも低いノイズレベルを有する低ノイズ画像データを識別する。クラスコード発生回路112は各コードをROM1

18

14に供給する。このROM114は、複数の係数データセットのそれぞれを対応するクラスコードに応じた各アドレスに記憶している。ROM114は、各クラスコードに応じて係数データセットを読み出して、ノイズ低減画像データ生成回路118に送る。このノイズ低減画像データ生成回路118には、上記クラスコードを生成するための上記ノイズ除去フィルタ108からのフィルタ処理されたブロック信号が供給されている。ノイズ低減画像データ生成回路118は、上記係数データセットの各係数と上記フィルタ処理されたブロック信号の対応する値とを乗算してそれぞれを加算することによって、ノイズ低減画像信号の低ノイズ画素を生成する。このノイズ低減画像データ生成回路118は、出力端子120に順次画素を供給する。

【0072】上述のように、本発明実施例のノイズ低減においては、ブロック化したノイズを含む画像に対してクラス分類を行い、クラス(すなわち信号パターン)に応じて予め学習されたテーブルからノイズ低減に作用するデータを出力し、そのデータからノイズが除去されたブロックを生成することによりノイズのない画像を得ることでき、したがって、画像の劣化が少なく、また、画像の形状、内容やシステムにかかわらず、良好にノイズを除去することができるようになされている。

【0073】すなわち、デジタル画像信号において、ノイズの混在した画像からノイズを除去しようとする場合には、通常、フィルタリングにより画像を変形するが、本発明実施例では、フィルタを用いるのではなく、ブロック化した画像データを用いてパターン(クラス)分類を行い、このクラス分類に応じて、予め学習されたノイズのないデータをテーブルから取り出すことによりノイズを除去するようにしている。

【0074】これにより、本実施例のノイズ低減装置によれば、例えばテレビカメラによって撮像された画像に対するノイズ低減された画像を得ることができる。なお、本発明は上述の実施例のみに限定されるものではなく、例えば、ROMの代わりに種々のメモリ装置を用いることができる。また、上記種々の実施例はASIC等のハードウェア回路回路として、あるいはマイクロプロセッサ、マイクロコンピュータ、デジタル信号プロセッサ等のプログラマブルデバイスを用いて、あるいはハードウェア回路とプログラマブルデバイスとの組み合わせの装置により実現できる。

【0075】ここで、本発明の特定の実施例については図面を参照しながら詳述したが、本発明はこれらの厳密な実施例に限定されるものではなく、本発明の趣旨のを逸脱しない範囲で種々の変形や変更が行えることは勿論である。

【0076】

【発明の効果】上述したように、本発明においては、ノイズを含む画像をブロック化してクラス分類したデータ

19

と低ノイズの画像をブロック化したデータとで予め学習した結果を記憶しておき、入力画像を複数のブロックに分割し、ブロック化されたデータを複数のクラスに分類してその分類に対応するクラスコードを得て、このクラスコードに応じて入力画像に対応する低ノイズの画像を出力するようにしているため、画像の劣化が少なく、また、画像の形状、内容やシステムにかかわらず、良好にノイズを除去することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例のノイズ低減装置の概略構成を示すブロック回路図である。

【図2】本発明の第1の実施例におけるブロック信号の構成についての説明に用いる図である。

【図3】本発明の第1の実施例における学習を説明するためのフローチャートである。

【図4】学習信号画像から原信号画像の予測を説明するための図である。

【図5】本発明の第2の実施例のノイズ低減装置の概略構成を示すブロック回路図である。

【図6】本発明の第2の実施例におけるブロック信号の構成についての説明に用いる図である。

【図7】本発明の第3の実施例のノイズ低減装置の概略構成を示すブロック回路図である。

【図8】本発明の第3の実施例における学習を説明する

20

ためのフローチャートである。

【図9】本発明の第4の実施例のノイズ低減装置の概略構成を示すブロック回路図である。

【図10】本発明の第4の実施例における学習を説明するためのフローチャートである。

【図11】本発明の第5の実施例のノイズ低減装置の概略構成を示すブロック回路図である。

【図12】本発明の第6の実施例のノイズ低減装置の概略構成を示すブロック回路図である。

【図13】本発明の第7の実施例のノイズ低減装置の概略構成を示すブロック回路図である。

【図14】本発明の第8の実施例のノイズ低減装置の概略構成を示すブロック回路図である。

【図15】従来のノイズ低減装置の概略構成を示すブロック回路図である。

【符号の説明】

2, 7, 13, 32, 52, 66, 82, 106 ブロック化回路

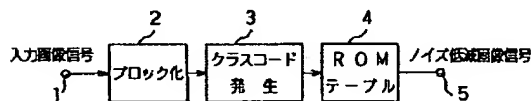
3, 8, 16, 38, 54, 68, 90, 112 クラスコード発生回路

4, 9, 17, 40, 56, 70, 92, 114 ROMテーブル

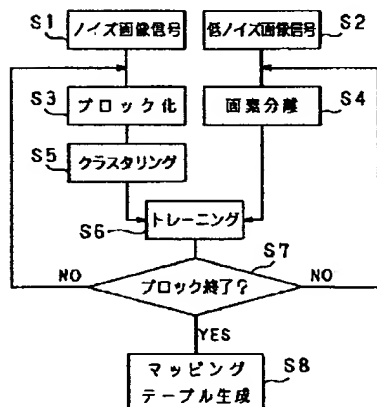
10 ブロック分解回路

14, 34, 84, 108 フィルタ

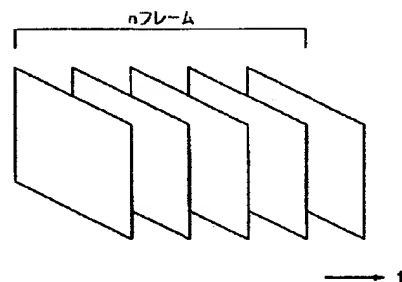
【図1】



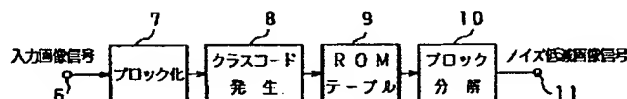
【図3】



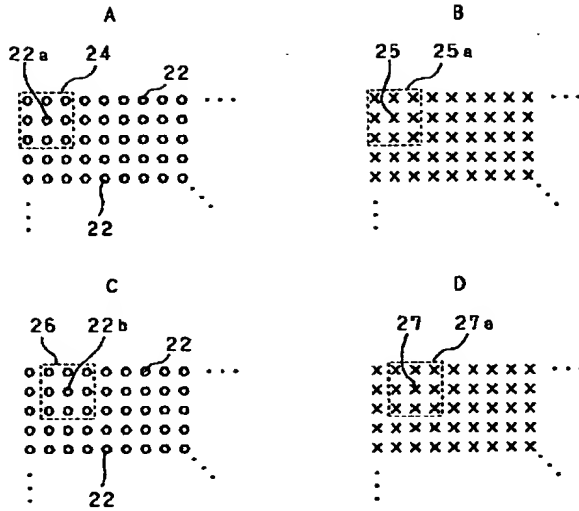
【図4】



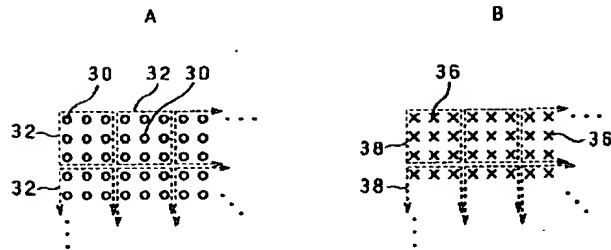
【図5】



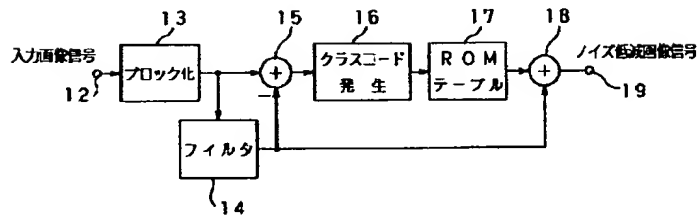
【図2】



【図6】



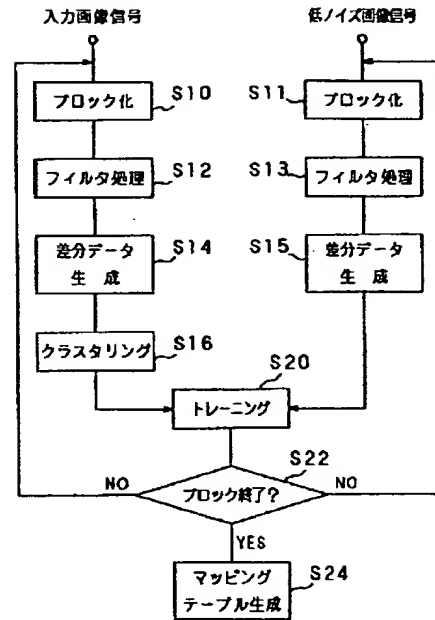
【図7】



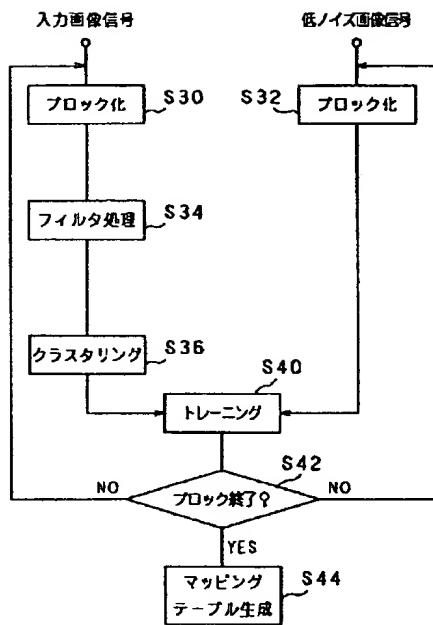
【図9】



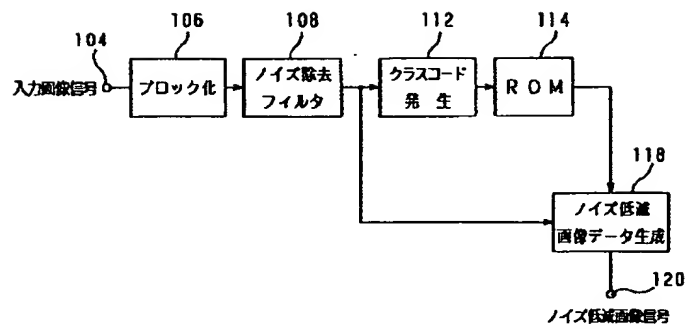
【図8】



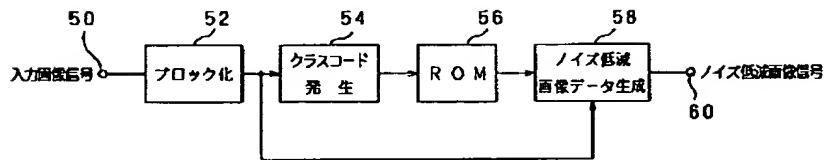
【図10】



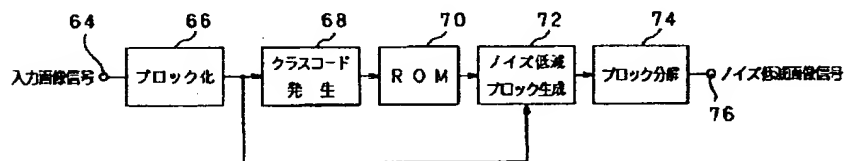
【図14】



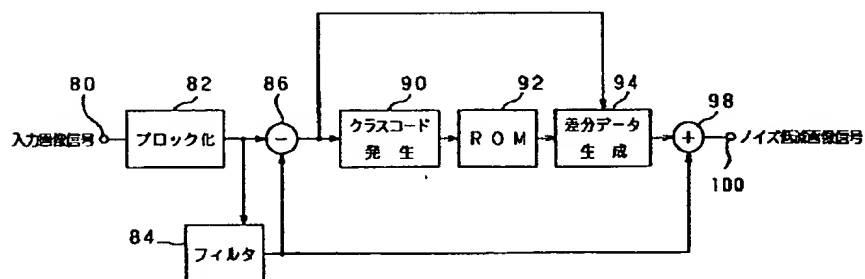
【図11】



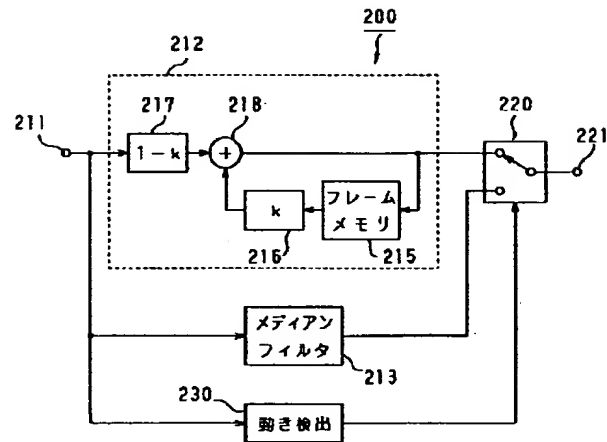
【図12】



【図13】



【図15】



フロントページの続き

(72)発明者 西片 丈晴

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ
株式会社内